

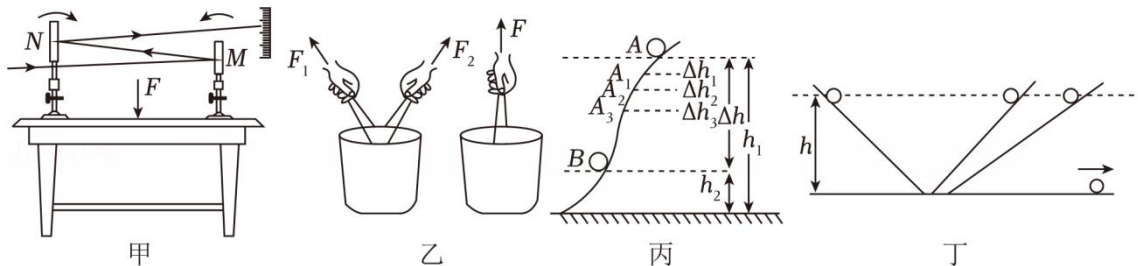
苏州市 2024-2025 年下学期高一物理期中

2025 年 4 月 姓名：_____ 得分：_____

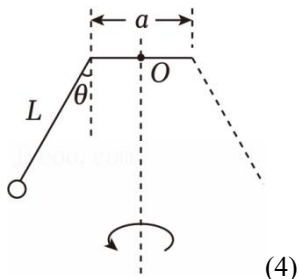
一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分，每题只有一个选项最符合题意。

- 开普勒用 20 年时间研究了丹麦一位天文学家的行星观测记录，最终发表了著名的开普勒三定律，这位天文学家是()
 A. 伽利略 B. 第谷 C. 托勒密 D. 哥白尼

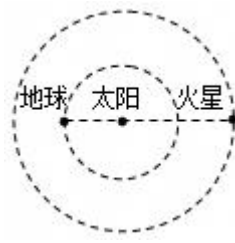
- 下列选项中所运用的主要研究方法与卡文迪什测量引力常量的主要研究方法相同的是()



- 图甲中，通过平面镜的反射光线观察桌面的微小形变
 - 图乙中，利用作用效果相同研究合力与分力的关系
 - 图丙中，通过物体沿曲面运动研究重力做功的特点
 - 图丁中，利用该装置研究力与运动的关系
- 2021 年 12 月 9 日，航天员王亚平再次进行太空授课，展示了一个奇妙现象：浸在水中的乒乓球因浮力消失而不会浮出水面。下列说法正确的是()
 A. 水处于完全失重状态 B. 乒乓球不受任何力的作用
 C. 乒乓球所受的合力为零 D. 在空间站若将装满水的杯子转动至杯口朝下，水会自动流出
 - 旋转飞椅可简化成如图所示模型。长为 L 的钢绳一端系有质量为 m 可视为质点的小球，另一端固定在直径为 a 的水平转盘边缘，转盘可绕穿过其中心的竖直轴转动。当转盘匀速转动时，钢绳与转轴在同一竖直平面内，与竖直方向夹角为 θ ，不计钢绳的重力，此时钢绳的拉力为 T 。下列说法正确的是()
 A. 小球做圆周运动的半径为 L B. 小球做圆周运动的轨迹圆心为 O 点
 C. 钢绳拉力 T 的大小与向心力大小相等 D. 钢绳拉力 T 沿水平方向的分力提供向心力



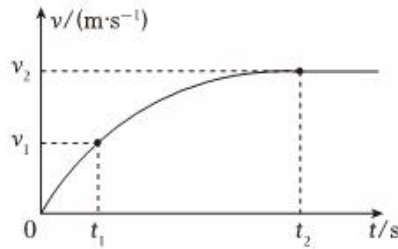
(4)



(5)

- “天问一号”火星探测器以及“祝融号”火星车在 2021 年 9 月份失联了一个月，失联的原因是由于太阳处在地球与火星中间，出现严重的“日凌干扰”现象，情景如图所示。已知地球、火星均沿轨道逆时针运动，地球公转周期为 1 年，火星公转周期为 1.8 年，试估算下次“日凌干扰”大约出现在()
 A. 2024 年 12 月 B. 2023 年 9 月 C. 2023 年 12 月 D. 2022 年 9 月

6. 2023 年 10 月，“空中出租车”在上海试飞成功，完成首秀。质量为 m 的“空中出租车”在竖直方向的牵引力作用下，从静止开始竖直上升，其运动图像如图所示， $0 - t_1$ 为匀加速阶段， t_1 时刻“空中出租车”达到功率 P 并保持不变，运动过程中阻力大小恒定。下列说法正确的是()



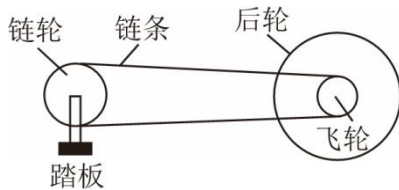
- A. 整个过程牵引力保持不变
 - B. $0 - t_2$ 过程，牵引力做功为 Pt_2
 - C. 阻力大小为 $\frac{P}{v_2}$
 - D. $\frac{t_1}{2}$ 时刻“空中出租车”的功率为 $\frac{P}{2}$
7. 据报道，“TRAPPIST - 1 恒星系统”由 1 颗红矮星和 7 颗(如图所示)围绕它运行的行星组成，若地球半径为 R ，则行星的半径如表。据推测行星 g 和 h 的密度大致相同，若行星 g 的第一宇宙速度为 v ，则行星 h 的第一宇宙速度约为()



行星	b	c	d	e	f	g	h
半径	$1.12R$	$1.10R$	$0.78R$	$0.91R$	$1.05R$	$1.15R$	$0.77R$

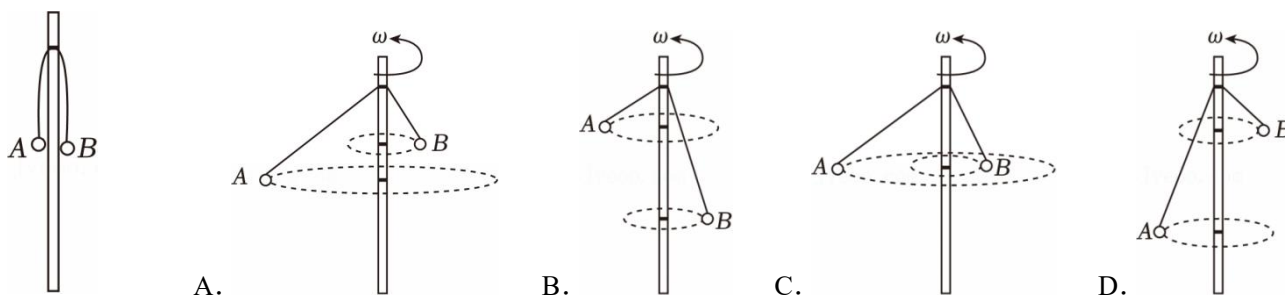
- A. $0.5v$
 - B. $0.7v$
 - C. $1.5v$
 - D. $2.3v$
8. 某种变速自行车有六个飞轮和三个链轮，链轮和飞轮的齿数如下表所示，前后轮直径为 $660mm$ ，人骑该车行进速度为 $5m/s$ ，脚踩踏板做匀速圆周运动的最大角速度约为()

名称	链轮			飞轮					
齿数 N /个	48	38	28	15	16	18	21	24	28



- A. $7.6rad/s$
- B. $15.2rad/s$
- C. $24.2rad/s$
- D. $48.5rad/s$

9. 竖直细圆杆顶端附近有一小孔，光滑细绳穿过小孔，细绳两端分别系有 A、B 两小球，已知 A 球质量小于 B 球质量。调节细绳并转动圆杆，使得两球与圆杆能以相同角速度在水平面内匀速转动，下列图样大致正确的是()



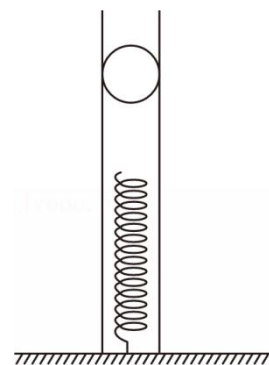
10. 如图所示，质量为 m 的小球从与轻弹簧上端相距 x 处静止释放，弹簧的劲度系数为 k ，重力加速度为 g ，不计一切阻力，则小球在向下运动的过程中()

A. 最大加速度为 g

B. 最大加速度小于 g

C. 最大速度为 $\sqrt{gx + \frac{mg^2}{k}}$

D. 最大速度为 $\sqrt{2gx + \frac{mg^2}{k}}$



二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12 题~第 15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

12. (8 分)随着航天科技的飞速发展，我国向火星发射多枚探测器。如图所示，假设质量为 m 的某一探测器绕火星做匀速圆周运动。已知火星的质量为 M ，半径为 R ，探测器距离火星表面的高度也等于 R ，万有引力常量为 G 。求：

- (1)探测器受到火星的万有引力大小 F ；
- (2)探测器的运行速度大小 v 。



11. (15分)某同学利用如图1所示的向心力演示器探究小球做圆周运动的向心力 F 与质量 m 、运动半径 r 和角速度 ω 之间的关系。

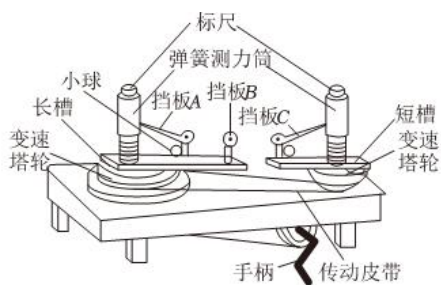


图1

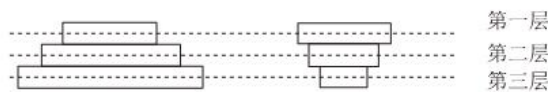


图2

(1)下列实验与本实验采用的研究方法相同的是 _____。

- A.探究平抛运动的特点
- B.探究小车速度随时间变化的规律
- C.探究加速度与力、质量的关系
- D.探究两个互成角度的力的合成规律

(2)探究向心力和质量的关系时，将传动皮带套在半径相同的两塔轮轮盘上，应将质量不同的小球分别放在挡板 _____ 处(选填“A和B”、“A和C”、“B和C”)。

(3)实验中若将传动皮带套在半径不同的两塔轮轮盘上，是为了探究向心力大小与 _____ (选填“角速度”、“半径”、“质量”)的关系。

(4)器材说明书上说第二层塔轮半径之比为2:1，如图2所示.在进行实验探究前，如果仅使用向心力演示仪来验证这个半径关系，你打算怎么做? _____。

(5)某兴趣小组用如图3所示的传感器装置定量验证向心力的表达式。图4中①②两条曲线为相同半径、不同质量下向心力与角速度的关系图线，可知曲线①对应的金属块质量 _____ (选填“大于”、“小于”、“等于”)曲线②对应的金属块质量。

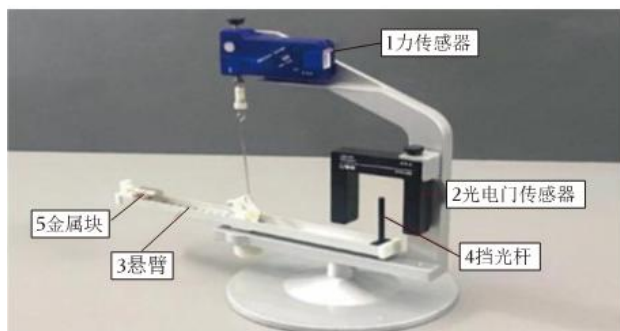


图3

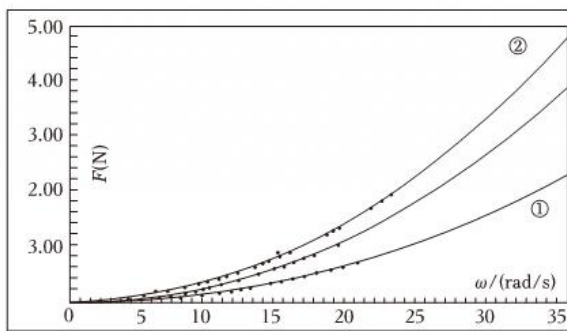
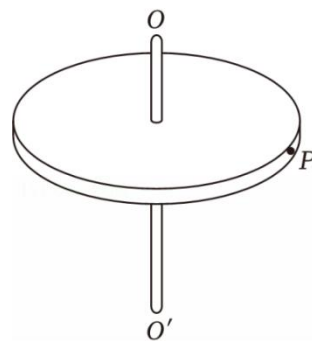


图4

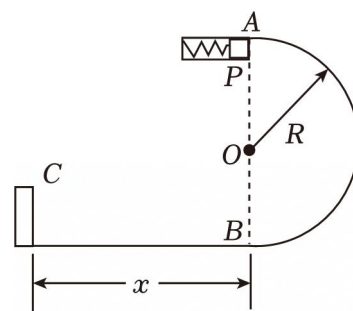
13. (8分)如图所示，飞轮半径为 R ，质量为 M ， OO' 为竖直转动轴。正常工作时转动轴受到的水平作用力可以认为是 0。如果高速转动的飞轮的重心不在转轴上，运行将不稳定，而且轴承会受到很大的作用力，加速磨损。假想在飞轮的边缘固定一个质量 m 的小螺丝钉 P ，此时飞轮转速为 n (单位为 r/s)。求：

- (1) 螺丝钉的线速度大小 v ；
 (2) 转动轴 OO' 受到的水平作用力的大小 F 。



14. (13分)如图所示为某弹射装置的示意图。半径为 R 的光滑半圆形轨道竖直固定放置，轨道最高点 A 处有一弹射装置，轨道下端 B 与水平轨道相切，水平轨道左侧 x 处有一固定挡板 C (x 未知且不为零)。可视为质点的物块 P 被弹簧弹射后从 A 处进入半圆形轨道，恰好能够沿半圆轨道运动，进入水平轨道后与挡板 C 发生弹性碰撞(碰撞前后速度大小不变)。已知物块的质量为 m ，物块与水平轨道间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g 。求：

- (1) 初始时刻弹簧的弹性势能 E_p ；
 (2) 物块第一次到达圆轨道下端时对轨道的压力 F ；
 (3) 若物块被挡板 C 反弹后不脱离轨道，则 x 应满足什么条件。

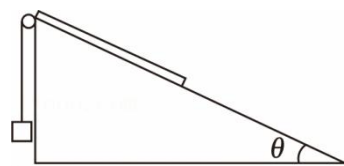


15. (16分)如图所示，长为 l ，质量为 $2m$ 且质量分布均匀的软绳，放在长为 $2l$ 的斜面上，斜面顶端有一个很小的固定滑轮，斜面倾角 $\theta=30^\circ$ ，软绳一端刚好接触滑轮，并通过一根轻绳跨过滑轮系着一物块，软绳恰好不下滑。忽略空气阻力，不计两绳与滑轮之间的摩擦，重力加速度为 g ，软绳与斜面之间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。

(1)求物块的质量 M ；

(2)若物块的质量为 $\frac{1}{8}m$ ，软绳从静止开始下滑，物块始终没有触碰到滑轮，求软绳下端滑至斜面底端时的速度大小 v ；

(3)若物块的质量为 $2m$ ，软绳与滑轮平滑连接，在软绳从静止开始到全部滑出滑轮的过程中(物块始终没有落地)，求轻绳对物块做的功 W 。



友果创立于 2016 年，深耕昆山教育。创始人毕业于复旦大学。

友果的教师，以“强者为师”的自我要求，秉承“学习与实践相结合”的教育理念，动手又动脑，倾心培优每一位学子，让家长放心，为未来添彩！

到友果，爱拼搏！与优秀为友，学霸路上一起走。

邓老师 17751295132



苏州市 2024-2025 学年高一下学期 4 月期中调研物理试卷

【参考答案】

一. 选择题(共 10 小题)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	A	A	D	C	D	B	B	C	D

一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分，每题只有一个选项最符合题意。

1. 开普勒用 20 年时间研究了丹麦一位天文学家的行星观测记录，最终发表了著名的开普勒三定律，这位天文学家是()

- A. 伽利略 B. 第谷 C. 托勒密 D. 哥白尼

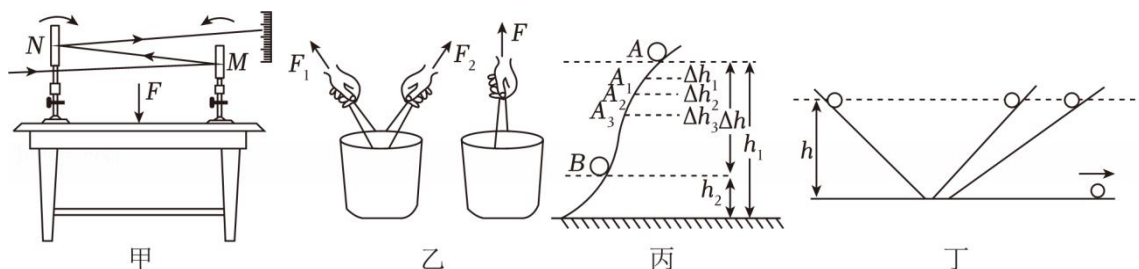
【分析】根据开普勒对天体运动规律的研究过程进行分析解答。

【解答】解：开普勒用 20 年时间研究了丹麦一位天文学家第谷的行星观测记录，最终发表了著名的开普勒三定律，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】考查开普勒对天体运动规律的研究过程，会根据题意进行准确分析解答。

2. 下列选项中所运用的主要研究方法 与卡文迪什测量引力常量的主要研究方法相同的是()



- A. 图甲中，通过平面镜的反射光线观察桌面的微小形变
 B. 图乙中，利用作用效果相同研究合力与分力的关系
 C. 图丙中，通过物体沿曲面运动研究重力做功的特点
 D. 图丁中，利用该装置研究力与运动的关系

【分析】根据各实验和重力沿曲面运动做功涉及到的物理思想和方法进行分析判断。

【解答】解：卡文迪什扭秤实验运用了放大的思想方法。图甲中，借助激光器及平面镜观察桌面微小形变运用了放大法；图乙中，应用等效替代的实验方法；图丙中，运用微元法的物理思想；图丁中运用实验和逻辑推理相结合的方法，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【点评】考查物理思想和思维方法，会根据题意进行准确分析和判断。

3. 2021 年 12 月 9 日，航天员王亚平再次进行太空授课，展示了一个奇妙现象：浸在水中的乒乓球因浮力消失而不会浮出水面。下列说法正确的是()

- A. 水处于完全失重状态
- B. 乒乓球不受任何力的作用
- C. 乒乓球所受的合力为零
- D. 在空间站若将装满水的杯子转动至杯口朝下，水会自动流出

【分析】根据物体的受力情况分析物体的状态，判断物体的运动情况。

【解答】解：A. 水在太空中只受重力，故处于完全失重状态，故 A 正确；

B. 乒乓球受地球的万有引力的作用，故 B 错误；

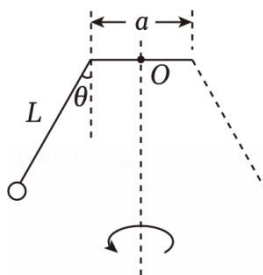
C. 乒乓球所受的合力不为零，提供向心力，故 C 错误；

D. 在空间站若将装满水的杯子转动至杯口朝下，水不会自动流出，故 D 错误。

故选：A。

【点评】考查物体的受力情况分析物体的状态，判断物体的运动情况，会根据题意进行准确分析解答。

4. 旋转飞椅可简化成如图所示模型。长为 L 的钢绳一端系有质量为 m 可视为质点的小球，另一端固定在直径为 a 的水平转盘边缘，转盘可绕穿过其中心的竖直轴转动。当转盘匀速转动时，钢绳与转轴在同一竖直平面内，与竖直方向夹角为 θ ，不计钢绳的重力，此时钢绳的拉力为 T 。下列说法正确的是()



- A. 小球做圆周运动的半径为 L
- B. 小球做圆周运动的轨迹圆心为 O 点
- C. 钢绳拉力 T 的大小与向心力大小相等
- D. 钢绳拉力 T 沿水平方向的分力提供向心力

【分析】小球做匀速圆周运动，根据图示情景确定其圆心，求出轨道半径；根据小球的受力情况确定向心力来源。

【解答】解：A、小球做圆周运动的半径 $r = L \sin \theta + \frac{a}{2}$ ，故 A 错误；

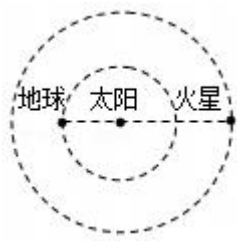
B、小球做圆周运动的圆心为转轴与小球所在水平面的交点，不是点 O ，故 B 错误；

CD、钢绳拉力 T 沿水平方向的分力提供向心力，向心力大小 $F = T \sin \theta < T$ ，故 C 错误，D 正确。

故选：D。

【点评】本题考查了圆周运动问题，根据图示情景分析清楚小球的运动情况与受力情况即可解题。

5. 据报道，“天问一号”火星探测器以及“祝融号”火星车在 2021 年 9 月份失联了一个月，失联的原因是由于太阳处在地球与火星中间，出现严重的“日凌干扰”现象，情景如图所示。已知地球、火星均沿轨道逆时针运动，地球公转周期为 1 年，火星公转周期为 1.8 年，试估算下次“日凌干扰”大约出现在()



- A. 2024 年 12 月
- B. 2023 年 9 月
- C. 2023 年 12 月
- D. 2022 年 9 月

【分析】根据地球与火星轨道周期关系，结合下一次“日凌干扰”时地球比火星多转动一周，列式计算即可。

【解答】解：设下一次“日凌干扰”的时间间隔为 Δt ，在该时间内地球比火星多转一圈，

$$\left(\frac{2\pi}{T_{地}} - \frac{2\pi}{T_{火}}\right) \times \Delta t = 2\pi$$

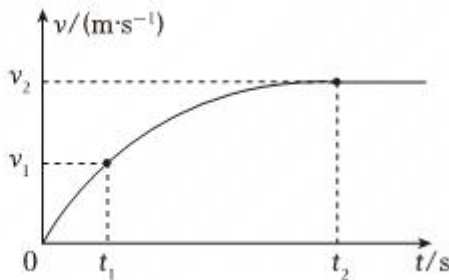
解得： $\Delta t = \frac{T_{地}T_{火}}{T_{火} - T_{地}} = \frac{1 \times 1.8}{1.8 - 1}$ 年 = 2.2 年，即下一次“日凌干扰”在 2023 年 12 月，故 C 正确，ABD 错

误。

故选：C。

【点评】本题考查天体中的追击问题，关键要注意下一次日凌干扰时地球比火星多转一圈。

6. 2023 年 10 月，“空中出租车”在上海试飞成功，完成首秀。质量为 m 的“空中出租车”在竖直方向的牵引力作用下，从静止开始竖直上升，其运动图像如图所示， $0 - t_1$ 为匀加速阶段， t_1 时刻“空中出租车”达到功率 P 并保持不变，运动过程中阻力大小恒定。下列说法正确的是()



- A. 整个过程牵引力保持不变
- B. $0 - t_2$ 过程，牵引力做功为 Pt_2
- C. 阻力大小为 $\frac{P}{v_2}$
- D. $\frac{t_1}{2}$ 时刻“空中出租车”的功率为 $\frac{P}{2}$

【分析】根据机车的匀加速启动结合牛顿第二定律和功率的公式列式解答。

【解答】解：A. 根据题意可知，匀加速过程牵引力保持不变，功率达到 P 后牵引力逐渐减小，最后保持不变，故 A 错误；

B. $0 - t_2$ 过程，匀加速阶段功率小于 P ，则整个过程中牵引力做功小于 Pt_2 ，故 B 错误；

C. 当速度达到最大速度 v_2 时，根据平衡条件有 $f + mg = \frac{P}{v_2}$ ，则阻力大小 $f = \frac{P}{v_2} - mg$ ，故 C 错误；

D. 根据图像可知 $\frac{t_1}{2}$ 时刻“空中出租车”的速度为 $\frac{v_1}{2}$ ，牵引力 $F_{牵} = \frac{P}{v_1}$ ，则该时刻的功率为 $P' = F_{牵} \cdot \frac{v_1}{2} = \frac{P}{v_1} \times \frac{v_1}{2} = \frac{P}{2}$ ，故 D 正确。

故选：D。

【点评】考查机车的两种启动方式的相关计算，会根据题意进行准确分析解答。

7. 据报道，“TRAPPIST - 1 恒星系统”由 1 颗红矮星和 7 颗(如图所示)围绕它运行的行星组成，若地球半径为 R，则行星的半径如表。据推测行星 g 和 h 的密度大致相同，若行星 g 的第一宇宙速度为 v，则行星 h 的第一宇宙速度约为()



行星	b	c	d	e	f	g	h
半径	1.12R	1.10R	0.78R	0.91R	1.05R	1.15R	0.77R

- A. 0.5v B. 0.7v C. 1.5v D. 2.3v

【分析】根据万有引力和重力相等推导出行星的质量，根据密度公式推导出行星的密度，根据万有引力提供向心力推导出第一宇宙速度判断。

【解答】解：设行星的半径为 R' ，在行星表面重力与万有引力相等，则有

$$\frac{GMm}{R'^2} = mg'$$

可得行星的质量为

$$M = \frac{g'R'^2}{G}$$

行星的体积为

$$V = \frac{4}{3}\pi R'^3$$

可得行星的密度为

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{3g'}{4\pi GR'}$$

由于行星 g 和 h 的密度大致相同，可得行星 h 和 g 表面的重力加速度之比为

$$\frac{g'_h}{g'_g} = \frac{R'_g}{R'_h}$$

由万有引力提供向心力

$$G \frac{Mm}{R'^2} = m \frac{v_1^2}{R'}$$

可得行星的第一宇宙速度为

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R'}} = \sqrt{g'R'}$$

即行星 h 和 g 的第一宇宙速度之比为

$$\frac{v_{h1}}{v_{g1}} = \sqrt{\frac{g'hR'_h}{g'R'_g}} = \frac{R'_h}{R'_g} = 0.7$$

其中行星 g 的第一宇宙速度为 v ，则行星 h 的第一宇宙速度约为

$$v_{h1} = 0.7v$$

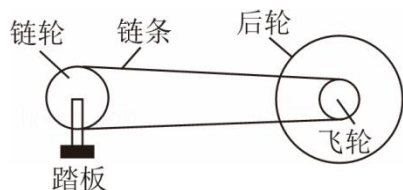
故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】本题关键掌握万有引力在天体运动中的应用。

8. 某种变速自行车有六个飞轮和三个链轮，链轮和飞轮的齿数如下表所示，前后轮直径为 660mm ，人骑该车行进速度为 5m/s ，脚踩踏板做匀速圆周运动的最大角速度约为()

名称	链轮			飞轮					
齿数 N / 个	48	38	28	15	16	18	21	24	28



- A. 7.6rad/s B. 15.2rad/s C. 24.2rad/s D. 48.5rad/s

【分析】共轴的点具有相同的角速度，靠链条传动的两个轮子边缘具有相同的线速度大小。人骑该车行进速度为 4m/s ，知后轮的角速度一定，即飞轮的角速度一定。由于 $R_{\text{链}}\omega_{\text{链}} = R_{\text{飞}}\omega_{\text{飞}}$ ，求出链轮的角速度，即脚踩踏板做匀速圆周运动的角速度。

【解答】解：后轮的角速度一定，即飞轮的角速度一定。由于 $R_{\text{链}}\omega_{\text{链}} = R_{\text{飞}}\omega_{\text{飞}}$ ，链轮的角速度与脚踏板的角速度相同，要想脚踏板的角速度最大，则飞轮的半径最大，链轮的半径最小，

$$\omega_{\text{链}} = \frac{R_{\text{飞}}\omega_{\text{飞}}}{R_{\text{链}}} = \frac{N_{\text{飞}}\omega_{\text{飞}}}{N_{\text{链}}}. \quad \omega_{\text{飞}} = \omega_{\text{后}} = \frac{v}{R} = \frac{5}{0.33} = 15.2\text{rad/s}.$$

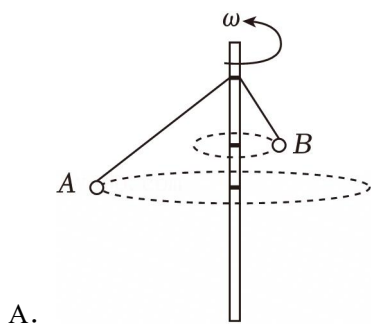
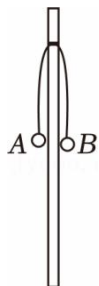
$$\text{所以 } \omega_{\text{脚}} = \omega_{\text{链}} = \frac{N_{\text{飞}}\omega_{\text{飞}}}{N_{\text{链}}} = \frac{28}{28} \times 15.2 = 15.2\text{rad/s}. \text{ 故 B 正确，A、C、D 错误。}$$

故选：B。

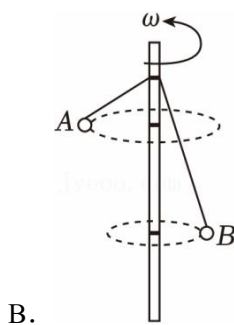
【点评】解决本题的关键知道共轴的点具有相同的角速度，靠链条传动的两个轮子边缘具有相同的线速度大小。

9. 竖直细圆杆顶端附近有一小孔，光滑细绳穿过小孔，细绳两端分别系有 A、B 两小球，已知 A 球质量小于 B 球质量。调节细绳并转动圆杆，使得两球与圆杆能以相同角速度在水平面内匀速转动，下列图

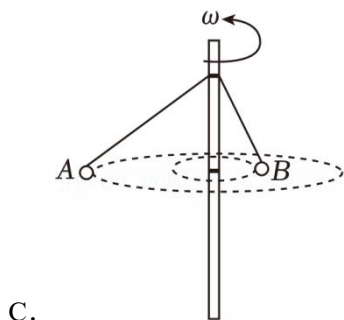
样大致正确的是()



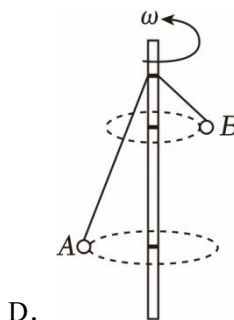
A.



B.



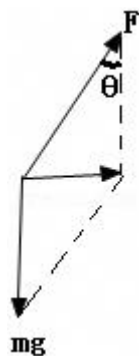
C.



D.

【分析】根据受力情况结合向心力的计算公式推导角速度表达式，由此分析。

【解答】解：两个小球均做匀速圆周运动，设其中一个小球悬线长为 L ，悬线与杆的夹角为 θ ，小球的质量为 m ，做匀速圆周运动的角速度为 ω ，受力情况如图所示：



根据牛顿第二定律可得： $mgtan\theta = mLsin\theta \cdot \omega^2$

解得： $\omega = \sqrt{\frac{g}{Lcos\theta}}$

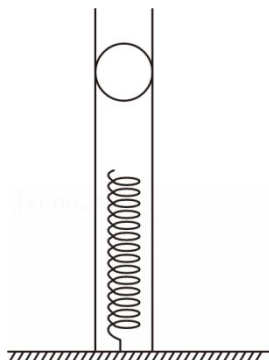
由于 ω 相同，则 $Lcos\theta$ 相等，即悬线在竖直方向的分量相等，两个小球的轨迹平面在同一水平面内，故 C 正确、ABD 错误。

故选：C。

【点评】本题主要是考查圆周运动的知识，解答此类问题的关键是能够对物体进行受力分析，确定哪些

力的合力或哪个力的分力提供了向心力，根据向心力的计算公式进行解答。

10. 如图所示，质量为 m 的小球从与轻弹簧上端相距 x 处静止释放，弹簧的劲度系数为 k ，重力加速度为 g ，不计一切阻力，则小球在向下运动的过程中()



- A. 最大加速度为 g
 B. 最大加速度小于 g
 C. 最大速度为 $\sqrt{gx + \frac{mg^2}{k}}$
 D. 最大速度为 $\sqrt{2gx + \frac{mg^2}{k}}$

【分析】小球在下落的过程做自由落体运动，与弹簧接触后受到向上的弹力，当弹力小于重力时，做加速度减小的加速运动，当弹力等于重力时，加速度为 0，速度达到最大，之后弹力大于重力，加速度方向改变，做加速度变大的减速运动至速度为 0。根据简谐运动的对称性分析最大加速度大小；根据系统机械能守恒和平衡条件相结合求最大速度。

【解答】解：AB、小球接触弹簧后，借助简谐运动模型，若小球从弹簧原长处由静止释放，根据简谐运动的对称性可知，小球到达最低点时加速度最大，等于刚释放时的加速度大小 g 。现小球从轻弹簧上端相距 x 处静止释放，到达最低点时弹簧的压缩量增大，弹力增大，合力增大，最大加速度增大，则最大加速度大于 g ，故 AB 错误；

CD、小球的加速度为零时，速度最大，则有 $kx_0 = mg$

小球从释放到速度最大处，根据小球和弹簧组成的系统机械能守恒得

$$mg(x+x_0) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{0+kx_0}{2} \cdot x_0$$

解得最大速度为 $v = \sqrt{2gx + \frac{mg^2}{k}}$ ，故 C 错误，D 正确。

故选：D。

【点评】解答本题时，要建立模型，根据简谐运动的对称性分析小球最大加速度。本题也可以根据通过作出 $a-x$ 图像进行分析。

二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12 题~第 15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (15 分)某同学利用如图 1 所示的向心力演示器探究小球做圆周运动的向心力 F 与质量 m 、运动半径 r 和角速度 ω 之间的关系。

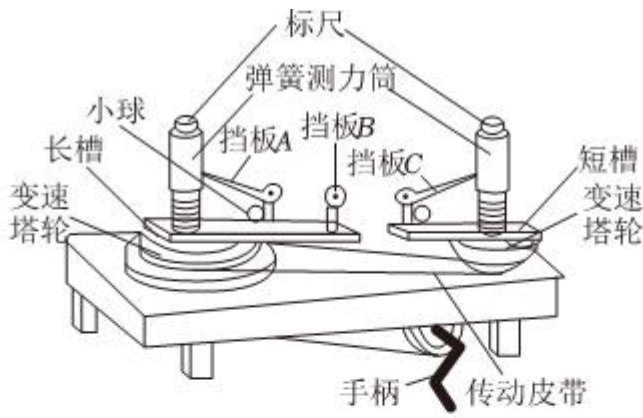


图1

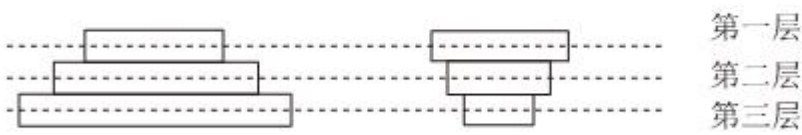


图2

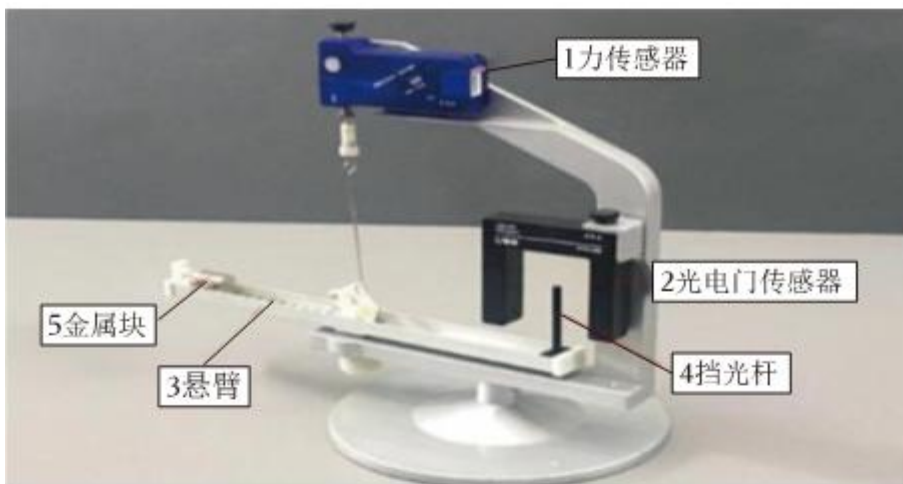


图3

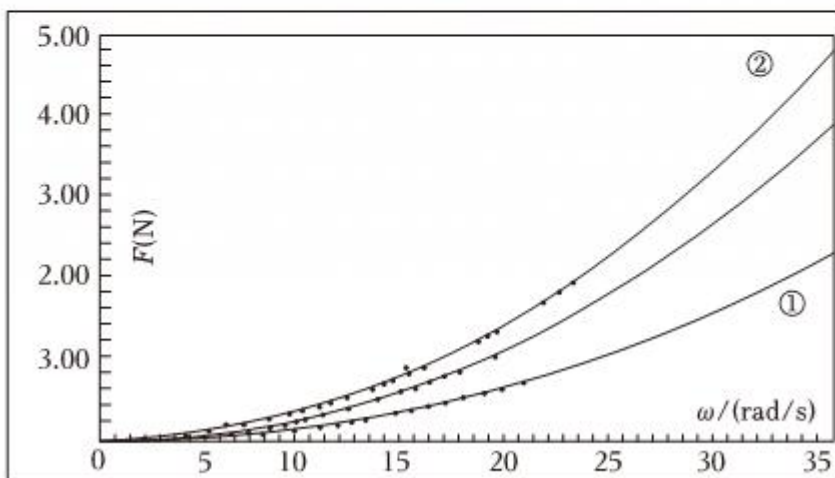


图4

(1)下列实验与本实验采用的研究方法相同的是 C 。

- A.探究平抛运动的特点
- B.探究小车速度随时间变化的规律
- C.探究加速度与力、质量的关系
- D.探究两个互成角度的力的合成规律

(2)探究向心力和质量的关系时，将传动皮带套在半径相同的两塔轮轮盘上，应将质量不同的小球分别放在挡板 A 和 C 处(选填“A 和 B”、“A 和 C”、“B 和 C”)。

(3)实验中若将传动皮带套在半径不同的两塔轮轮盘上，是为了探究向心力大小与 角速度 (选填“角速度”、“半径”、“质量”)的关系。

(4)器材说明书上说第二层塔轮半径之比为 2: 1，如图 2 所示.在进行实验探究前，如果仅使用向心力演示仪来验证这个半径关系，你打算怎么做？控制小球的质量与圆周运动的半径相同，测量出向心力的大小关系，由 $F=m\omega^2r$ ，得到角速度的关系，再根据 $v=\omega R$ ，验证塔轮半径的关系。

(5)某兴趣小组用如图 3 所示的传感器装置定量验证向心力的表达式。图 4 中①②两条曲线为相同半径、不同质量下向心力与角速度的关系图线，可知曲线①对应的金属块质量 小于 (选填“大于”、“小于”、“等于”)曲线②对应的金属块质量。

【分析】(1)本实验采用的研究方法是控制变量法，据此选择正确的选项。

(2)探究向心力和质量的关系时，要控制角速度和圆周运动的半径相同，故应将质量不同的小球分别放在挡板上圆周运动半径相同的位置。

(3)若将传动皮带套在半径不同的两塔轮轮盘上，则小球的角速度不同，根据控制变量法解答。

(4)用向心力演示仪来验证这个塔轮半径关系，就是要验证小球的角速度的关系，根据控制变量法，结合线速度与角速度的关系分析解答。

(5)当角速度相同时，根据图 4 得到曲线①②对应的向心力的大小关系，根据 $F=m\omega^2r$ ，分析曲线①②对应的金属块质量的大小关系。

【解答】解：(1)本实验采用的研究方法是控制变量法，四个选项只有探究加速度与力、质量的关系的实验采用的是控制变量法，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

(2)探究向心力和质量的关系时，将传动皮带套在半径相同的两塔轮轮盘上，是控制角速度相同，还应控制小球做圆周运动的半径相同，故应将质量不同的小球分别放在挡板的 A 和 C 处。

(3)若将传动皮带套在半径不同的两塔轮轮盘上，则小球的角速度不同，故是为了探究向心力大小与角速度的关系。

(4)用向心力演示仪来验证这个塔轮半径关系，就是要验证小球的角速度的关系，故要控制小球的质量与圆周运动的半径相同，测量出向心力的大小关系，由 $F=m\omega^2r$ ，得到角速度的关系，再根据 $v=\omega R$ ，验证塔轮半径的关系。

(5)图 4 中①②两条曲线为相同半径、不同质量下向心力与角速度的关系图线，当角速度相同时由图 4 可知，曲线①对应的向心力小于曲线②对应的向心力，根据： $F=m\omega^2r$ ，可知曲线①对应的金属块质

量小于曲线②对应的金属块质量。

故答案为：(1)C；(2)A 和 C；(3)角速度；(4)控制小球的质量与圆周运动的半径相同，测量出向心力的大小关系，由 $F=m\omega^2r$ ，得到角速度的关系，再根据 $v=\omega R$ ，验证塔轮半径的关系；(5)小于

【点评】本题考查了探究小球做圆周运动的向心力与质量、运动半径和角速度之间的关系的实验，掌握实验原理，掌握控制变量法的应用。

12. (8分)随着航天科技的飞速发展，我国向火星发射多枚探测器。如图所示，假设质量为 m 的某一探测器绕火星做匀速圆周运动。已知火星的质量为 M ，半径为 R ，探测器距离火星表面的高度也等于 R ，万有引力常量为 G 。求：

(1)探测器受到火星的万有引力大小 F ；

(2)探测器的运行速度大小 v 。



【分析】(1)(2)根据万有引力公式和万有引力提供向心力列式解答。

【解答】解：(1)(2)根据万有引力定律，探测器受到火星的万有引力大小 $F=\frac{GMm}{(2R)^2}=m\frac{v^2}{2R}$ ，解得 $F=\frac{GMm}{4R^2}$ ，
 $v=\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ 。

答：(1)探测器受到火星的万有引力大小 F 为 $\frac{GMm}{4R^2}$ ；

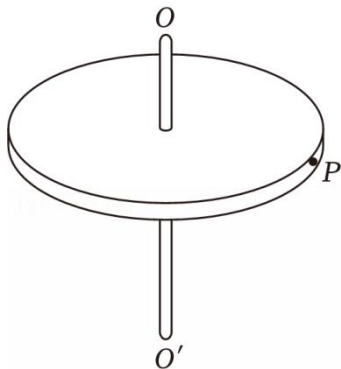
(2)探测器的运行速度大小 v 为 $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ 。

【点评】考查万有引力定律的应用，会根据题意进行准确分析解答。

13. (8分)如图所示，飞轮半径为 R ，质量为 M ， OO' 为竖直转动轴。正常工作时转动轴受到的水平作用力可以认为是 0。如果高速转动的飞轮的重心不在转轴上，运行将不稳定，而且轴承会受到很大的作用力，加速磨损。假想在飞轮的边缘固定一个质量 m 的小螺丝钉 P，此时飞轮转速为 n (单位为 r/s)。求：

(1)螺丝钉的线速度大小 v ；

(2)转动轴 OO' 受到的水平作用力的大小 F 。



【分析】(1)根据线速度与转速的关系求出线速度。

(2)应用牛顿第二定律求解。

【解答】解：(1)螺丝钉的线速度大小 $v=2\pi nR$

(2)螺丝钉做匀速圆周运动，螺丝钉受到的弹力提供向心力，

由牛顿第二定律得 $F=m\frac{v^2}{R}$

解得 $F=4\pi^2n^2mR$

答：(1)螺丝钉的线速度大小是 $2\pi nR$ ；

(2)转动轴 OO' 受到的水平作用力的大小是 $4\pi^2n^2mR$ 。

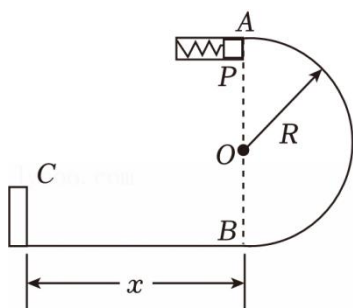
【点评】本题考查了牛顿第二定律的应用，分析清楚螺丝钉的运动过程与受力情况，应用牛顿第二定律即可解题。

14. (13分)如图所示为某弹射装置的示意图。半径为 R 的光滑半圆形轨道竖直固定放置，轨道最高点 A 处有一弹射装置，轨道下端 B 与水平轨道相切，水平轨道左侧 x 处有一固定挡板 C (x 未知且不为零)。可视为质点的物块 P 被弹簧弹射后从 A 处进入半圆形轨道，恰好能够沿半圆轨道运动，进入水平轨道后与挡板 C 发生弹性碰撞(碰撞前后速度大小不变)。已知物块的质量为 m ，物块与水平轨道间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g 。求：

(1)初始时刻弹簧的弹性势能 E_p ；

(2)物块第一次到达圆轨道下端时对轨道的压力 F ；

(3)若物块被挡板 C 反弹后不脱离轨道，则 x 应满足什么条件。



【分析】(1)物块恰好能沿半圆轨道运动，在最高点重力提供向心力，应用牛顿第二定律求出速度，然后求出弹簧的弹性势能。

(2)应用动能定理求出物块到达 B 点时的速度，然后应用牛顿第二定律求解。

(3)求出物块恰好不脱离轨道的临界条件，然后分析答题。

【解答】解：(1)恰好能够沿半圆轨道运动，物块在 A 点重力提供向心力，

由牛顿第二定律得 $mg=m\frac{v_A^2}{R}$

物块被弹出过程，弹簧的弹性势能转化为物块的动能，则 $E_p=\frac{1}{2}mv_A^2$

解得 $v_A=\sqrt{gR}$ ， $E_p=\frac{1}{2}mgR$

(2)物块从 A 第一次运动到 B 过程，由动能定理得 $mg \times 2R = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$

在 B 点，对物块，由牛顿第二定律得 $F' - mg = m\frac{v_B^2}{R}$ ，解得 $F' = 6mg$ ，

由牛顿第三定律可知，物块对轨道的压力大小 $F = F' = 6mg$ ，方向竖直向下

(3)物块被挡板 C 反弹后恰好不脱离轨道，物块从第一次到达 B 点到恰好不脱离轨道过程，

由动能定理得 $-\mu mg \times 2x_0 - mgR = 0 - \frac{1}{2}mv_B^2$

解得 $x_0 = \frac{3R}{4\mu}$

则物块被挡板 C 反弹后不脱离轨道， x 满足的条件是 $x \geq \frac{3R}{4\mu}$

答：(1)初始时刻弹簧的弹性势能是 $\frac{1}{2}mgR$ ；

(2)物块第一次到达圆轨道下端时对轨道的压力大小是 $6mg$ ，方向竖直向下；

(3)若物块被挡板 C 反弹后不脱离轨道，则 x 应满足的条件是 $x \geq \frac{3R}{4\mu}$ 。

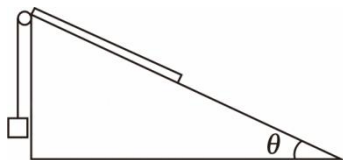
【点评】根据题意分析清楚物块的运动过程，应用动能定理与牛顿第二定律即可解题。

15. (16分)如图所示，长为 l ，质量为 $2m$ 且质量分布均匀的软绳，放在长为 $2l$ 的斜面上，斜面顶端有一个很小的固定滑轮，斜面倾角 $\theta = 30^\circ$ ，软绳一端刚好接触滑轮，并通过一根轻绳跨过滑轮系着一物块，软绳恰好不下滑。忽略空气阻力，不计两绳与滑轮之间的摩擦，重力加速度为 g ，软绳与斜面之间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。

(1)求物块的质量 M ；

(2)若物块的质量为 $\frac{1}{8}m$ ，软绳从静止开始下滑，物块始终没有触碰到滑轮，求软绳下端滑至斜面底端时的速度大小 v ；

(3)若物块的质量为 $2m$ ，软绳与滑轮平滑连接，在软绳从静止开始到全部滑出滑轮的过程中(物块始终没有落地)，求轻绳对物块做的功 W 。



【分析】(1)整体根据平衡条件进行解答；

(2)软绳从静止开始下滑过程中，对整体根据动能定理进行解答；

(3)求出此过程中绳子重心下降的高度，对整体根据动能定理列方程，再对物块根据动能定理列方程，联立求解轻绳对物块做的功。

【解答】解：(1)整体根据平衡条件可得： $Mg + \mu \cdot 2mg \cos \theta = 2mg \sin \theta$

解得： $M = \frac{1}{4}mg$ ；

(2)若物块的质量为 $\frac{1}{8}m$ ，软绳从静止开始下滑过程中，对整体根据动能定理可得：

$$(2mgsin\theta - \mu \cdot 2mgcos\theta - \frac{1}{8}mg)(2l - l) = \frac{1}{2}(2m + \frac{1}{8}m)v^2 - 0$$

$$\text{解得： } v = \sqrt{\frac{2gl}{17}};$$

(3)若物块的质量为 $2m$ ，在软绳从静止开始到全部滑出滑轮的过程中，绳子重心下降： $h = \frac{1}{2}l - \frac{1}{2}lsin\theta$

$$\text{对整体根据动能定理可得： } 2mgl + 2mgh - \frac{\mu \cdot 2mgcos\theta + 0}{2} \cdot l = \frac{1}{2} \times 4mv^2$$

$$\text{对物块，根据动能定理可得： } 2mgl + W = \frac{1}{2} \times 2mv^2$$

$$\text{联立解得： } W = -\frac{15}{16}mgl。$$

答：(1)物块的质量为 $\frac{1}{4}mg$ ；

(2)若物块的质量为 $\frac{1}{8}m$ ，软绳从静止开始下滑，物块始终没有触碰到滑轮，则软绳下端滑至斜面底端时的速度大小为 $\sqrt{\frac{2gl}{17}}$ ；

(3)若物块的质量为 $2m$ ，在软绳从静止开始到全部滑出滑轮的过程中，轻绳对物块做的功为 $-\frac{15}{16}mgl$ 。

【点评】本题主要是考查了动能定理；运用动能定理解题时，首先要选取研究过程，然后分析在这个运动过程中哪些力做正功、哪些力做负功，初末动能为多少，根据动能定理列方程解答。